МЕЛИОРАЦИЯ, РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Научная статья

УДК 631.67:635.655

doi: 10.31774/2712-9357-2022-12-1-49-62

Эффективность штаммов клубеньковых бактерий при возделывании сои в условиях орошения

Роман Степанович Масный¹, Рита Евгеньевна Юркова²,

Лидия Михайловна Докучаева³

^{1, 2, 3}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹rosniipm@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0254-738X>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

³dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-7640>

Аннотация. Цель: изучение влияния штаммов клубеньковых бактерий на рост, развитие и урожайность сои в условиях орошения на почвах Ростовской области. **Материалы и методы.** Полевые исследования проведены на лугово-черноземных почвах Ростовской области в условиях орошения в 2019–2021 гг. Схема опыта включала пять вариантов: контроль (без инокуляции), инокуляция препаратом Атува + Премакс, содержащим штаммы клубеньковых бактерий, инокуляция штаммом 835, инокуляция штаммом 733, инокуляция штаммом 640. Полевые опыты проведены в соответствии с общепринятыми методиками с учетом зональных особенностей. **Результаты.** Установлено, что к фазе налива бобов более активный рост растений сои проявился в варианте с обработкой препаратом Атува + Премакс и варианте со штаммом 835 – 117,7 и 112,8 см, что на 9,2 и 4,3 см соответственно выше, чем на контроле. Выявлено наибольшее увеличение сухой биомассы сои по сравнению с контролем также в вариантах с Атува + Премакс (на 23 %) и со штаммом 835 (на 19 %), в остальных вариантах от 10 (штамм 640) до 9 % (штамм 733). В фазе цветения и налива бобов также в большей степени формировалась листва в вариантах с Атува + Премакс и со штаммом 835. Из этих двух штаммов эффективным по всем физиологическим показателям является Атува + Премакс. Штаммы 733 и 640 по показателю нарастания площади листовой поверхности идентичны. Наибольшая урожайность сои сорта Риана получена за 3 года в вариантах с Атува + Премакс и штаммом 835 (соответственно 4,43 и 4,35 т/га, что выше урожайности контрольного варианта на 21 и 19 %). **Выводы.** Проведенные исследования доказали эффективность всех применяемых штаммов клубеньковых бактерий для данных почвенно-климатических условий при возделывании сои на орошении.

Ключевые слова: соя, орошение, инокуляция, штаммы клубеньковых бактерий, урожайность

Для цитирования: Масный Р. С., Юркова Р. Е., Докучаева Л. М. Эффективность штаммов клубеньковых бактерий при возделывании сои в условиях орошения // Мелиорация и гидротехника. 2022. Т. 12, № 1. С. 49–62. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-49-62>.

LAND RECLAMATION, RECULTIVATION AND LAND PROTECTION

Original article

Productivity of nodule bacteria stains in soybean cultivation under irrigation

Roman S. Masnyi¹, Rita Ye. Yurkova², Lidiya M. Dokuchayeva³

^{1, 2, 3}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

¹rosniipm@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0254-738X>

²rita6161@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8275-5834>

³dokuchaeva_lm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4831-7640>

Abstract. Purpose: to study the effect of nodule bacteria strains on the soybean growth, development and yield under irrigation on the soils of Rostov region. **Materials and methods.** Field studies were carried out on meadow-chernozem soils of Rostov region under irrigation in 2019–2021. The scheme of the experiment included five options: control (without inoculation), inoculation with Atuva + Premax containing nodule bacteria strains, inoculation with strain 835, inoculation with strain 733, inoculation with strain 640. Field experiments were carried out in accordance with generally accepted methods, taking into account zonal features. **Results.** It was found that by the bean filling phase, more active growth of soybean plants was in the variant with treatment with Atuva + Premax and in the variant with strain 835 – 117.7 and 112.8 cm, which is 9.2 and 4.3 cm higher, respectively than in control. The greatest increase in soybean dry biomass compared to the control was also found in the variants with Atuva + Premax (by 23 %) and with strain 835 (by 19 %), in other variants from 10 % (strain 640) to 9 % (strain 733). In the bean flowering and filling phase, foliage was also formed to a greater extent in the variants with Atuva + Premax and with strain 835. Of these two strains, Atuva + Premax is productive in all physiological parameters. Strains 733 and 640 are identical in terms of the increase in the leaf area duration. The highest yield of soybean variety Riana was obtained for 3 years in the variants with Atuva + Premax and strain 835 (4.43 and 4.35 t/ha, respectively, which is higher than the yield of the control variant by 21 and 19 %). **Conclusions.** The conducted studies have proved the productivity of all nodule bacteria strains used for these soil and climatic conditions when cultivating soybeans under irrigation.

Keywords: soybean, irrigation, inoculation, nodule bacteria strains, yield

For citation: Masnyi R. S., Yurkova R. Ye., Dokuchayeva L. M. Productivity of nodule bacteria stains in soybean cultivation under irrigation. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2022;12(1):49–62. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2022-12-1-49-62>.

Введение. О ценности сои и необходимости соеосеяния свидетельствует факт неуклонного возрастания ее производства как в мире, так и в России [1–3]. Соя, используемая в пищевых целях и на корм скоту, обладает также и удобрительными свойствами, обогащает почву биологическим азотом.

Роль минеральных удобрений, в т. ч. азотных, в повышении урожайности возделываемых культур очень велика. В то же время коэффициент использования азота растениями из минеральных удобрений очень низкий, так как из общего количества этого элемента, вносимого в почву, до 50 % идет на питание растений, а остальное, трансформировавшееся в газооб-

разное состояние, улетает в атмосферу или вымывается в грунтовые воды, загрязняя окружающую среду [4]. Эти потери, особенно при больших дозах минеральных удобрений, вызывают экологические проблемы. Кроме этого, промышленное производство азотных удобрений требует больших энергетических ресурсов. Из всех энергозатрат на производство минеральных удобрений для нужд сельского хозяйства 30 % приходится на производство азотных удобрений.

Одним из путей обеспечения азотом растений является биологическая азотфиксация, которая происходит клубеньковыми бактериями. Для их развития необходимо подбирать бактериальные препараты и растение-хозяина. К таким растениям в основном относятся бобовые. Поэтому бактериальные удобрения вносятся под эти культуры.

В наших исследованиях использовалась соя. Агрономическое значение сои велико, так как она повышает плодородие почвы, благодаря способности усваивать атмосферный азот посредством симбиоза с клубеньковыми бактериями-азотфиксаторами.

Соя по своим биологическим особенностям нуждается прежде всего в бактериальном удобрении, содержащем жизнеспособные активные штаммы клубеньковых бактерий (ризобий), специфичных для культуры.

Соя отзывчива на азот минеральных удобрений, но лучше усваивает азот, синтезированный клубеньками. При этом в результате симбиоза с клубеньковыми бактериями азот поступает в растение по мере необходимости, например, в критические фазы развития. В зависимости от штамма активные бактерии инокулянтов могут произвести до 250 кг/га симбиотического азота. Накопленный азот используется соей и последующей культурой в севообороте. Затраты на производство азотных удобрений и применение штаммов несравнимы. Бобовая культура имеет ценность только в том случае, если на ее корнях будут клубеньки, но они не всегда могут образовываться, так как в почвах с повышенной кислотностью они погибают [5].

Требуется для таких почв химическая мелиорация для получения нейтральной среды, в которой выживаемость и размножение бактерий усиливается. Засуха и переувлажнение почв также вызывает их гибель. Клубеньковые бактерии требуют хорошей аэрации [5]. Поэтому для максимальной реализации потенциала инокулянтов необходимо их тщательно изучать, особенно новые их штаммы, так как поставщики этих препаратов не всегда оговаривают существующие нюансы их применения. Так, например, при применении жидких инокулянтов на второй год после изготовления нужно увеличивать норму расхода в 1,5 раза из-за снижения жизнеспособности бактерий.

Многими исследованиями уже доказана эффективность применения различных штаммов для повышения болезнеустойчивости и урожайности сои и других культур, а также они играют существенную роль в оптимизации минерального питания почв [6–11]. Но в то же время эффективность таких препаратов определяется почвенно-климатическими условиями возделываемой культуры, присутствием азотфиксаторов, живущих в корневой зоне растений.

Предпосевная обработка семян бактериальными препаратами на основе высокоактивных штаммов является обязательным элементом технологии возделывания сои, особенно на полях, где отсутствуют спонтанные популяции ризобий необходимого вида. Поэтому изучение продукционного процесса сои в зависимости от активности выбранного штамма в условиях орошения на лугово-черноземных почвах является актуальной задачей.

Таким образом, целью исследования является изучение влияния новых штаммов клубеньковых бактерий на рост, развитие и урожайность сои на орошаемых почвах Ростовской области.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились на опытном участке сельхозпредприятия ООО «Агропредприятие Бессергеновское» Ростовской области в 2019–2021 гг. Орошаемый участок находится

в пределах Северо-Приазовской денудационно-аккумулятивной наклонной равнины на правобережной пойменной террасе р. Аксай. В годы исследований за вегетационный период в среднем выпало 225 мм осадков, а именно в 2019 г. – 147 мм, в 2020 г. – 137 мм, в 2021 г. – 393,3 мм. Суммарная температура воздуха выше 10 °С соответственно по годам составила 3480,9; 3320,0 и 3440,2 °С [12]. По гидротермическому коэффициенту за период вегетации 2019 и 2020 гг. характеризовались как очень засушливые, а 2021 г. – с достаточным количеством влаги.

Рельеф участка выровненный, эрозионных процессов не просматривается. Орошение на этой территории осуществляется более 5 лет водой из р. Аксай. Вода II класса с минерализацией 0,7–0,9 г/дм³, вызывающая процесс слабого осолонцевания, так как в поливной период содержание натрия в ней составляет более 20 %. Грунтовые воды располагаются ниже 3 м.

По гранулометрическому составу почвы по всему профилю представлены в основном суглинками тяжелыми, на глубине 130–160 см переходящими в суглинок средний. Структурное состояние при сухом просеивании и водопрочность агрегатов характеризовались как отличные. Наименьшая влагоемкость почвы для 60-сантиметрового слоя составляла 28,0 %. Согласно существующей классификации – хорошая. В целом водно-физические свойства лугово-черноземных почв по своим показателям хорошие, они пригодны для возделывания сои при орошении.

Физико-химические свойства почвы отличаются в основном благоприятными показателями. Они имеют сульфатный тип засоления, относятся к категории незасоленных, характеризуются как нещелочные. Содержание кальция в почвенно-поглощающем комплексе в пределах 79–82 % в слое 0–40 см. По степени солонцеватости почвы относятся к несолонцеватым, но содержание обменного натрия 3–5 % в слое 0–40 см и выше показывает достижение предельно допустимых параметров по этому показателю.

По агрохимическим свойствам опытный участок в достаточной сте-

пени обеспечен питательными элементами: в слое 0–40 см более 20 мг/кг нитратного азота, фосфора – более 50 мг/кг, калия около 500 мг/кг и выше. Отмечено низкое содержание гумуса, в среднем в слое 0–40 см содержится 3,13–3,86 %.

Схема опыта включала пять вариантов: 1) контроль (без инокуляции); 2) инокуляция препаратом Атува + Премакс; 3) инокуляция штаммом 835; 4) инокуляция штаммом 733; 5) инокуляция штаммом 640. Норма высева семян 500 тыс. шт./га, посев широкорядный – 70 см.

Орошение проводилось дождевальнаяй машиной Valley кругового типа. Оросительная норма в среднем составила 2375 м³/га. Опыт проводился на фоне внесения минеральных удобрений в расчете на планируемую урожайность сои 4,0 т/га. Дозы минеральных удобрений составили в среднем N₅₇P₅₃K₄₇.

Для закладки опыта применены штаммы клубеньковых бактерий 835, 733, 640, предоставленные Санкт-Петербургским ВНИИСХМ, и препарат Атува + Премакс (компании «Сингента»), содержащий штаммы клубеньковых бактерий.

Новый биологический инокулянт Атува изготовлен специальным методом размножения бактерий по технологии «OSMO-защита». Она обеспечивает выживаемость бактерий в сложных почвенных и погодноклиматических условиях России и совместимость инокулянта с химическими препаратами для защиты семян. Содержит штаммы клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* Semia 5079 и Semia 5080 для повышения фиксации атмосферного азота соей в критические фазы вегетации, увеличения содержания белка и урожайности. Норма обработки 2,0 л Атува + 0,5 л Премакс на 1 т семян.

Эффективность активных штаммов клубеньковых бактерий изучалась на среднераннем сорте Риана. Обработка семян инокулянтами выполнялась в день посева непосредственно в поле. Полевые опыты проведены в соот-

ветствии с общепринятыми методиками с учетом зональных особенностей^{1, 2}. Статистическая обработка данных проведена по Б. А. Доспехову¹.

Результаты и обсуждение. Воздействие изучаемых бактериальных удобрений, изготовленных на основе азотфиксирующих клубеньковых бактерий, на линейный рост растений сои представлено в среднем за 3 года на рисунке 1.

Рисунок 1 – Высота растений сои после инокуляции различными штаммами по фазам развития, 2019–2021 гг.

Figure 1 – The height of soybean plants after inoculation with various strains by development phases, 2019–2021

В фазе ветвления наибольший рост растений отмечен в вариантах с препаратом Атува + Премакс (27,0 см) и штаммом 835 (26,3 см), что опережает рост сои на контроле соответственно на 3,0 и 2,3 см. В варианте

¹Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

²Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013–2020 гг.). В 3 ч. Ч. 1 / А. П. Авдеенко [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. Ростов н/Д., 2012. 233 с.

со штаммом 733 прирост по отношению к контролю составил 1,5 см, в варианте со штаммом 640 – 1,0 см. Согласно НСР₀₅ (0,62 см), в период ветвления между вариантами имеется существенная разница, кроме вариантов со штаммами 733 и 640. По влиянию на высоту растений они практически одинаковы.

Наибольший рост сои в фазе цветения, как и в фазе ветвления, наблюдался в вариантах с Атува + Премакс и штаммом 835, он составил 73,0 и 71,4 см. Несколько ниже высота в вариантах со штаммами 733 и 640 (69,7 и 69,2 см соответственно). Разница между ними в 0,5 см показывает практически одинаковую степень воздействия на показатель роста растений.

К фазе налива бобов более активный рост проявился в вариантах с Атува + Премакс и штаммом 835 (117,7 и 112,8 см, что на 9,2 и 4,3 см соответственно выше, чем на контроле). Между этими вариантами имеется существенная разница (НСР₀₅ – 1,85 см), а между штаммами 733 и 640 ее нет.

Накопление сухой надземной биомассы растениями сои в зависимости от обработки семян штаммами в среднем за 3 года представлено в таблице 1. Из ее данных видно, что уже начиная с фазы ветвления наилучшие результаты по приросту сухой массы по сравнению с контролем получены на растениях, обработанных препаратом Атува + Премакс (27 %) и штаммом 835 (21 %), а согласно НСР₀₅ различий в накоплении сухой надземной биомассы нет. Также равнозначны варианты с обработкой семян штаммами 733 и 640. К фазе цветения штаммы в более низкой степени влияют на накопление биомассы. Прирост по вариантам по сравнению с контролем составил с Атува + Премакс 1,15 т/га, со штаммом 835 – 0,86 т/га, со штаммом 733 – 0,5 т/га, со штаммом 640 – 0,31 т/га в среднем за 3 года.

К фазе налива бобов выявлено наибольшее увеличение массы по сравнению с контролем также в вариантах со штаммом Атува + Премакс (на 23 %) и со штаммом 835 (на 19 %). В остальных вариантах от 10 (штамм 640) до 9 % (штамм 733).

Таблица 1 – Накопление сухой надземной биомассы растениями сои при обработке семян различными штаммами, 2019–2021 гг.

Table 1 – Accumulation of dry aboveground biomass by soybean plants while treating seeds with various stains, 2019–2021

Вариант / Option	Накопление сухой надземной биомассы по фазам роста и развития / Accumulation of dry aboveground biomass by growth and development phases		
	Ветвление / Branching	Цветение / Flowering	Налив бобов / Bean filling
Контроль (H ₂ O) / Control (H ₂ O)	2,55	6,80	12,24
Атува + Премакс / Atuva + Premax	3,25	7,95	15,07
Штамм 835 / Strain 835	3,10	7,66	14,59
Штамм 733 / Strain 733	2,88	7,30	13,49
Штамм 640 / Strain 640	2,71	7,11	13,31

Наращение площади листовой поверхности в среднем за 3 года представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика нарастания площади листовой поверхности сои в зависимости от обработки семян штаммами, 2019–2021 гг.

Table 2 – Dynamics of increase in soybean leaf area duration depending on seed treatment with stains, 2019–2021

Вариант / Option	Наращение листовой поверхности по фазам роста и развития / Increase of leaf area according to growth and development phases		
	Ветвление / Branching	Цветение / Flowering	Налив бобов / Bean filling
Контроль (H ₂ O) / Control (H ₂ O)	20,6	34,4	69,9
Атува + Премакс / Atuva + Premax	25,3	40,7	75,4
Штамм 835 / Strain 835	24,5	39,3	73,8
Штамм 733 / Strain 733	23,3	37,9	72,3
Штамм 640 / Strain 640	22,6	37,2	71,6

Различия в площади нарастания листовой поверхности наблюдаются уже с фазы ветвления. В этой фазе наибольшая листовая поверхность образовалась в варианте, где семена сои обрабатывались штаммами Атува + Премакс и 835. Она составила соответственно 25,3 и 24,5 тыс. м²/га, что на 23 и 19 % больше, чем на контроле. Несколько ниже показатели у растений сои, обработанных штаммами 733 и 640. В этих вариантах увеличение соответственно составило 13 и 10 %. В фазе цветения и налива бобов также в большей степени формировалась листва в вариантах с Атува + Премакс и штаммом 835. Из этих двух штаммов эффективным по всем физиологическим показателям является Атува + Премакс. Штаммы 733 и 640 по этим показателям идентичны.

Применение высокоэффективных штаммов клубеньковых бактерий оказывало влияние на урожайность по всем вариантам возделывания сои. Урожайность сои по годам представлена в таблице 3, а средняя за 3 года на рисунке 2.

Таблица 3 – Урожайность сои при применении различных штаммов
Table 3 – Soybean yield while using various stains

Вариант / Option	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	Урожай- ность / Yield	Прибав- ка / Increase	Урожай- ность / Yield	Прибав- ка / Increase	Урожай- ность / Yield	Прибав- ка / Increase
Контроль (H ₂ O) / Control (H ₂ O)	3,31	–	3,05	–	4,59	–
Атува + Премакс / Atuva + Premax	3,86	0,55	3,70	0,65	5,73	1,14
Штамм 835 / Strain 835	3,74	0,43	3,65	0,60	5,66	1,07
Штамм 733 / Strain 733	3,71	0,40	3,69	0,64	5,29	0,70
Штамм 640 / Strain 640	3,65	0,34	3,61	0,56	5,19	0,60
HCP ₀₅ / HCP ₀₅	–	0,11	–	0,12	–	0,31

Рисунок 2 – Урожайность сои в зависимости от применения различных штаммов клубеньковых бактерий в условиях орошения, 2019–2021 гг.

Figure 2 – Soybean yield depending on the application of various nodule bacteria stains under irrigation, 2019–2021

При анализе данных об урожайности прослеживается та же закономерность, что и при рассмотрении динамики линейного роста, нарастания листовой поверхности, накопления сухой надземной биомассы растениями сои. Как видно из данных рисунка 2, наибольший урожай сои сформирован при обработке семян препаратом Атува + Премакс, который составил 4,43 т/га, что на 0,77 т/га, или 21 %, выше, чем на контроле. Практически такой же урожай в пределах достоверности опыта получен в варианте со штаммом 835. В вариантах со штаммами 733 и 640 прибавки урожая по отношению к контролю равнялись 16 и 13 %, что подтверждает более высокую эффективность штаммов Атува + Премакс и 835.

Выводы. Проведенные исследования доказали эффективность всех применяемых штаммов клубеньковых бактерий. Для данных почвенно-климатических условий на орошаемых землях наиболее результативным был препарат Атува + Премакс, содержащий штаммы клубеньковых бак-

терий *Bradyrhizobium japonicum* Semia 5079 и Semia 5080, и штамм 835, при применении которых в среднем за 3 года урожайность сои сорта Риана составила соответственно 4,43 и 4,35 т/га, что выше урожайности контрольного варианта на 21 и 19 %. Результаты опытов подтверждают необходимость и целесообразность применения штаммов клубеньковых бактерий в технологии возделывания сои для ее нормального развития.

Список источников

1. The role of biopreparation and their tank mixtures in increasing disease resistance and productivity of soybean / A. T. Farniev, A. Kh. Kozyrev, A. A. Sabanova, Kh. P. Kokoev // Volga Region Farmland. 2019. № 4(4). P. 58–62. DOI: 10.26177/VRF.2020.4.4.012.
2. Соя в России – действительность и возможность: монография / В. М. Лукомец, А. В. Кочегура, В. Ф. Баранов, В. Л. Махонин. Краснодар: ВНИИМК им. В. С. Пустовойта, 2013. 99 с.
3. Кочегура А. В. Селекция отечественных сортов сои для разных регионов России и зарубежья // Инновационные технологии отечественной селекции и семеноводства: сб. ст. по материалам II Науч.-практ. конф. Всерос. форума по селекции и семеноводству «Русское поле 2018», 24–25 окт. 2018 г. / КубГАУ. Краснодар, 2018. С. 14–24.
4. Коць С., Маменко П. Инокуляция и инкрустация семян сои: обзор технологии применения и рынка препаратов // Спецвыпуск журнала «Пропозиция». Современные агротехнологии по применению биопрепаратов и регуляторов роста. 2015. С. 24–28.
5. Ананьева В. В. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сои: метод. рекомендации. М.: Росинформагротех, 2008. 56 с.
6. Нагорная О. В., Ростоцкий А. В. Эффективность комплексного микоризного препарата в технологии выращивания сои // Защита растений [Электронный ресурс]. 2019. URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/yeffektivnost-kompleksnogo-mikoriznogo-preparata-v-tehnologii-vyraschivaniya-soi.html> (дата обращения: 21.11.2021).
7. Влияние различных штаммов *Rhizobium japonicum* (Kircher) Buchanan на урожайность сои / Р. Д. Магомедов, Н. Г. Цехмейструк, В. А. Шелякин, С. С. Рябуха, С. В. Дидович // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2011. Вып. 2. С. 148–149.
8. Influence of diazotrophic bacteria on nodulation, nitrogen fixation, growth promotion and yield traits in five cultivars of chickpea / S. Gopalakrishnan, V. Srinivas, A. Vemula, S. Saminani, A. Rathore // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2018. Vol. 15. P. 35–42. DOI: 10.1016/j.bcab.2018.05.006.
9. Новиков М. Н. Биологические приемы эффективного использования азота почвы, удобрений, симбиотической азотфиксации в полевых агроценозах // Агрохимия. 2020. № 8. С. 60–69. DOI: 10.31857/S0002188120080086.
10. Басиева М. Х., Габуев В. Т. Эффективность промышленных штаммов клубеньковых бактерий на посевах сои // Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 9-й Междунар. науч.-практ. конф., г. Владикавказ, 20–24 апр. 2020 г. / ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Владикавказ, 2020. С. 41–43.
11. Кокоев Х. П. Роль микробных биопрепаратов в повышении болезнеустойчивости и продуктивности растений сои // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. Т. 56, № 4. С. 56–62.

12. Климатические ресурсы сельскохозяйственных зон Ростовской области [Электронный ресурс]. URL: http://gossmi.ru/page/gos1_290.htm (дата обращения: 05.09.2021).

References

1. Farniev A.T., Kozyrev A.Kh., Sabanova A.A., Kokoev Kh.P., 2019. The role of bio-preparation and their tank mixtures in increasing disease resistance and productivity of soybean. Volga Region Farmland, no. 4(4), pp. 58-62, DOI: 10.26177/VRF.2020.4.4.012.
2. Lukomets V.M., Kochegura A.V., Baranov V.F., Makhonin V.L., 2013. *Soya v Rossii – deystvitel'nost' i vozmozhnost': monografiya* [Soya in Russia – Reality and Possibility: monograph]. Krasnodar, VNIIMK after V.S. Pustovoi, 99 p. (In Russian).
3. Kochegura A.V., 2018. *Seleksiya otechestvennykh sortov soi dlya raznykh regionov Rossii i zarubezh'ya* [Selection of domestic soybean varieties for different regions of Russia and abroad]. *Innovatsionnye tekhnologii otechestvennoy seleksii i semenovodstva: sb. st. po materialam II Nauchno-prakticheskoy konferentsii Vserossiyskogo foruma po seleksii i semenovodstvu "Russkoe pole 2018"* [Innovative Technologies of Domestic Breeding and Seed Production: Collection of Articles Based on Proc. of II Scientific-Practical Conference of All Russian Forum on Breeding and Seed Production "Russian Field 2018"]. KubGAU, Krasnodar, pp. 14-24. (In Russian).
4. Kots S., Mamenko P., 2015. *Inokulyatsiya i inkrustatsiya semyan soi: obzor tekhnologii primeneniya i rynka preparatov* [Inoculation and encrustation of soybean seeds: a review of technology of application and preparation market]. *Spetsvypusk zhurnala "Propozitsiya". Sovremennye agrotekhnologii po primeneniyu biopreparatov i regulyatorov rosta* [Special Issue of Proposition Journal. Modern Agricultural Technologies for Application of Biopreparations and Growth Regulators], pp. 24-28. (In Russian).
5. Ananyeva V.V., 2008. *Perspektivnaya resursosberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva soi: metod. rekomendatsii* [Perspective Resource-Saving Technology of Soybean Production: Recommendations]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 56 p. (In Russian).
6. Nagornaya O.V., Rostotsky A.V., 2019. *Effektivnost' kompleksnogo mikoriznogo preparata v tekhnologii vyrashchivaniya soi* [Efficiency of a complex mycorrhizal preparation in soybean cultivation technology]. *Zashchita rasteniy* [Plant Protection], available: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/yeffektivnost-kompleksnogo-mikoriznogo-preparata-v-tehnologii-vyrashchivaniya-soi.html> [accessed 21.11.2021]. (In Russian).
7. Magomedov R.D., Tsekhmeistruk N.G., Shelyakin V.A., Ryabukha S.S., Dido-vich S.V., 2011. *Vliyanie razlichnykh shtammov Rhizobium japonicum (Kircher) Buchanan na urozhaynost' soi* [Effect of different strains of Rhizobium japonicum (Kircher) Buchanan on soybean yield]. *Maslichnye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur* [Oilseeds. Scientific and Technical Bulletin of All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds], iss. 2, pp. 148-149. (In Russian).
8. Gopalakrishnan S., Srinivas V., Vemula A., Saminani S., Rathore A., 2018. Influence of diazotrophic bacteria on nodulation, nitrogen fixation, growth promotion and yield traits in five cultivars of chickpea. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 15, pp. 35-42, DOI: 10.1016/j.bcab.2018.05.006.
9. Novikov M.N., 2020. *Biologicheskie priemy effektivnogo ispol'zovaniya azota pochvy, udobreniy, simbioticheskoy azotifikatsii v polevykh agrotsenozakh* [Biological methods of efficient use of soil nitrogen, fertilizers, symbiotic nitrogen fixation in field agrocenoses]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], no. 8, pp. 60-69, DOI: 10.31857/S0002188120080086. (In Russian).
10. Basieva M.Kh., Gabuev V.T., 2020. *Effektivnost' promyshlennykh shtammov klubn'kovykh bakteriy na posevakh soi* [Efficiency of industrial strains of nodule bacteria on

soybean crops]. *Perspektivy razvitiya APK v sovremennykh usloviyakh: materialy 9-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Prospects for the Development of the Agro-industrial Complex in Modern Conditions. Proc. of the Scientific-Practical Conference]. Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, pp. 41-43. (In Russian).

11. Kokoev Kh.P., 2019. *Rol' mikrobykh biopreparatov v povyshenii bolezneustoychivosti i produktivnosti rasteniy soi* [The role of microbial biopreparations in increasing disease resistance and productivity of soybean plants]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Gorsky State Agrarian University], vol. 56, no. 4, pp. 56-62. (In Russian).

12. *Klimaticheskie resursy sel'skokhozyaystvennykh zon Rostovskoy oblasti* [Climatic resources of agricultural zones of Rostov region], available: http://gossmi.ru/page/gos1_290.htm [accessed 05.09.2021]. (In Russian).

Информация об авторах

Р. С. Масный – временно исполняющий обязанности директора, кандидат военных наук;

Р. Е. Юркова – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук;

Л. М. Докучаева – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук.

Information about the authors

R. S. Masnyi – Acting Director, Candidate of Military Sciences;

R. Ye. Yurkova – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences;

L. M. Dokuchayeva – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 28.12.2021; одобрена после рецензирования 02.02.2022; принята к публикации 09.02.2022.

The article was submitted 28.12.2021; approved after reviewing 02.02.2022; accepted for publication 09.02.2022.